



Análisis del aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas en mieles procedentes de apiarios, ubicados en las Provincias de Los Ríos, Pastaza y Orellana, Ecuador

Analysis of the pollen contribution of tree and shrub species in honey from apiaries, located in the Provinces of Los Ríos, Pastaza and Orellana, Ecuador

Análise da contribuição polínica das espécies arbóreas e arbustivas no mel de apiários localizados nas províncias de Los Ríos, Pastaza e Orellana, Equador

Miguel Ángel Guallpa-Calva ^I

miguel.guallpa@esepoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5392-036X>

César Germán Lupera-Gómez ^{II}

cesarday13@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-3897-2163>

Carlos Francisco Carpio-Coba ^{III}

carloscarpio@esepoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7361-7664>

Jorge Marcelo Caranqui-Aldaz ^{IV}

jcaranqui@esepoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7555-1294>

Arturo Miguel Cerón-Martínez ^V

arturo.ceron@esepoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2104-4590>

Correspondencia: miguel.guallpa@esepoch.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 07 de mayo de 2024 * **Aceptado:** 20 de junio de 2024 * **Publicado:** 12 de julio de 2024

- I. Magíster en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Magíster en Manejo Forestal Sostenible, Ingeniero Forestal, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniero Forestal, Investigador Independiente, Ecuador.
- III. Magíster en Sanidad Vegetal, Ingeniero Agropecuario, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Máster Universitario en Biodiversidad en Áreas Tropicales y su Conservación, Técnico Docente del Herbario, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- V. Máster en Floricultura, Ingeniero Agrónomo, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El creciente interés de los apicultores de las regiones Costa y Oriente de Ecuador por conocer el origen botánico de su miel. Se propuso estimar el aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas presentes en nueve muestras de miel, calcular la diversidad alfa de especies vegetales y las similitudes polínicas entre 9 muestras de miel pertenecientes a los apiarios de las provincias de Los Ríos, Pastaza y Orellana. Mediante la agrupación de datos de los contenidos polínicos de especies vegetales obtenidos con la aplicación de la técnica de acetólisis y las clases de frecuencia para estimar los índices de diversidad de Shannon, el de equidad de Pielou, las similitudes polínicas con el índice de disimilitud Bray Curtis. Los resultados reflejan el aporte polínico de especies vegetales con la mayor preferencia de *Apis mellifera*, es la especie arbustiva *Mimosa polydactyla* Humb con valores de 27 y 66,33% en la M7 y M9 respectivamente. Entre las especies arbóreas se destacan *Hieronyma asperifolia* Huber., con el 47,33 % en la M4, *Cecropia* sp., con el 34% para la M8 y *Vitex* sp. con el 25,67% para la M2. Se determinó una diversidad media (H') de flora melífera con los valores más altos a las mieles de la provincia de Pastaza M6 (2,27), y M5 (2,17) y el valor más bajo a la miel M9 (1,09) de la provincia de Orellana. Los mayores valores de equidad de Pielou corresponden a las muestras de miel de la provincia de Los Ríos M1 y M3 (0,98) para las dos mieles, en contraste con un valor medio de la miel M9 (0,61) correspondiente a la provincia de Orellana, la similitud de Bray Curtis entre 0,14 a 0,33 no refleja una uniformidad de pecoreo, el cual está dado por la oferta y consumo de polen de varias plantas apícolas del entorno adyacente a cada apiario.

Palabras clave: Flora melífera; Potencial apícola; Composición forestal; Melisopalinología; Análisis multivariante.

Abstract

The growing interest of beekeepers in the coastal and eastern regions of Ecuador in knowing the botanical origin of their honey. It was proposed to estimate the pollen contribution of tree and shrub species present in nine honey samples, calculate the alpha diversity of plant species and the pollen similarities between 9 honey samples belonging to the apiaries of the provinces of Los Ríos, Pastaza and Orellana. By grouping data on the pollen content of plant species obtained with the application of the acetolysis technique and the frequency classes to estimate the Shannon diversity index, the Pielou equity index, the pollen similarities with the Bray dissimilarity index. Curtis. The

results reflect the pollen contribution of plant species with the greatest preference for *Apis mellifera*, the shrub species *Mimosa polydactyla* Humb with values of 27 and 66.33% in M7 and M9 respectively. Among the tree species, *Hieronyma asperifolia* Huber. stands out, with 47.33% in M4, *Cecropia* sp., with 34% for M8 and *Vitex* sp. with 25.67% for M2. An average diversity (H') of honey flora was determined with the highest values for honey from the province of Pastaza M6 (2.27), and M5 (2.17) and the lowest value for honey M9 (1,09) from the province of Orellana. The highest Pielou equity values correspond to the honey samples from the province of Los Ríos M1 and M3 (0.98) for the two honeys, in contrast to an average value for honey M9 (0.61) corresponding to the province of Orellana, the Bray Curtis similarity between 0.14 to 0.33 does not reflect a uniformity of foraging, which is given by the supply and consumption of pollen from various bee plants in the environment adjacent to each apiary.

Keywords: Honey flora; Beekeeping potential; Forest composition; Melisopalynology; Multivariate analysis.

Resumo

O crescente interesse dos apicultores das regiões costeiras e orientais do Equador em conhecer a origem botânica do seu mel. Propôs-se estimar a contribuição polínica de espécies arbóreas e arbustivas presentes em nove amostras de mel, calcular a diversidade alfa de espécies vegetais e as semelhanças polínicas entre 9 amostras de mel pertencentes aos apiários das províncias de Los Ríos, Pastaza e Orellana. Agrupando os dados do conteúdo polínico das espécies vegetais obtidos com a aplicação da técnica de acetólise e as classes de frequência para estimar o índice de diversidade de Shannon, o índice de equidade de Pielou, as semelhanças polínicas com o índice de dissimilaridade de Bray Curtis. Os resultados reflectem o contributo polínico das espécies vegetais com maior preferência por *Apis mellifera*, a espécie arbustiva *Mimosa polydactyla* Humb com valores de 27 e 66,33% em M7 e M9 respectivamente. Entre as espécies arbóreas, destaca-se a *Hieronyma asperifolia* Huber, com 47,33% em M4, *Cecropia* sp., com 34% para M8 e *Vitex* sp. com 25,67% para o M2. Foi determinada uma diversidade média (H') da flora melífera com os valores mais elevados para o mel da província de Pastaza M6 (2,27) e M5 (2,17) e o valor mais baixo para o mel M9 (1,09) da província de Orellana. Os valores mais elevados do património Pielou correspondem às amostras de mel da província de Los Ríos M1 e M3 (0,98) para os dois méis, em contraste com um valor médio para o mel M9 (0,61) correspondente à província de

Orellana, o Bray A semelhança de Curtis entre 0,14 e 0,33 não reflecte uma uniformidade de forrageamento, que é dada pelo fornecimento e consumo de pólen de várias plantas apícolas no ambiente adjacente a cada apiário.

Palavras-chave: Flora do mel; Potencial apícola; Composição florestal; Melisopalinologia; Análise multivariada.

Introducción

Dentro de la vegetación que las abejas emplean para obtener polen, se incluyen árboles, arbustos y palmeras presentes en entornos de bosques naturales y otras zonas forestales. Por consiguiente, es factible considerar al polen recolectado por las abejas como un resultado secundario de los bosques y fomentarlo como un producto no maderero del ecosistema forestal (PFNM) (FAO, 2013; citado en Chamorro et al., 2013).

En Ecuador, se cuentan con 1,760 apicultores y 19,155 colmenas que abastecen al mercado interno con miel de abeja, polen, propóleos y cera, de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2018, tal como menciona Sánchez en 2020. El consumo local de miel de abeja en el país es aproximadamente de 601 toneladas métricas, tanto por parte de la industria como de la población ecuatoriana. Sin embargo, esta demanda supera la producción actual, generando un déficit nacional de 476.7 toneladas métricas, lo que conduce a la necesidad de importar el producto (Ministerio de Agricultura y Pesca, 2015; citado en Ayala et al., 2020).

La calidad de la miel de abeja está estrechamente vinculada a los elementos presentes en la flora que las abejas utilizan para recolectar néctar, así como a las condiciones climáticas y a la composición del suelo en diversas áreas geográficas, regiones o naciones. Al realizar una descripción detallada de las distintas variedades de miel, se facilita la mejora del valor adicional del producto, lo que a su vez resulta en la obtención de un precio más equitativo (Ciappini, et al., 2013).

Las investigaciones relacionadas con la contribución de polen tanto de árboles como de arbustos son esenciales para ampliar el conocimiento sobre las especies que tienen potencial para producir miel. En el contexto actual de Ecuador, ya se han recopilado datos en regiones montañosas; debido a esto, surge el interés por llevar a cabo un análisis similar en colmenares ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos. Estas zonas se destacan por su amplia variedad y disponibilidad de especies arbóreas, arbustivas en particular en los bosques tropicales y subtropicales, que

desempeñan un papel crucial en la provisión de néctar y polen. Esto resulta significativo en el proceso de producción de miel (Chamorro, et al., 2013).

Una metodología que posibilita la identificación de los recursos florales utilizados por las colmenas es el análisis melisopalinológico, el cual determina los elementos de polen, néctar o una combinación de ambos que son aprovechados por las abejas para el sustento de la colonia y, consecuentemente, para la producción de miel. La investigación del polen contenido en la miel brinda información sobre su origen botánico y geográfico, además de proporcionar indicios sobre el estado de conservación del entorno donde se generó (Gutiérrez, et al., 2017).

Chamorro *et al.*, (2013) Afirman que tener un entendimiento de la vegetación empleada por las abejas en la fabricación de miel en una región específica resulta crucial para desarrollar una estrategia razonada en su utilización, lo cual favorece una gestión adecuada de los colmenares y promueve la producción de mieles con variadas procedencias botánicas.

De acuerdo a lo expuesto, se planteó conocer el aporte polínico de especies forestales presentes en nueve muestras de miel, calcular la diversidad alfa de especies vegetales y las similitudes polínicas entre muestras de miel pertenecientes a los apiarios de las provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos. Lo que permitirá proporcionar alternativas de establecimiento y manejo de especies forestales y otras con potencial melífero, que permitan sustentar la producción de miel en apiarios en condiciones similares.

Materiales y métodos

Enfoque de la investigación

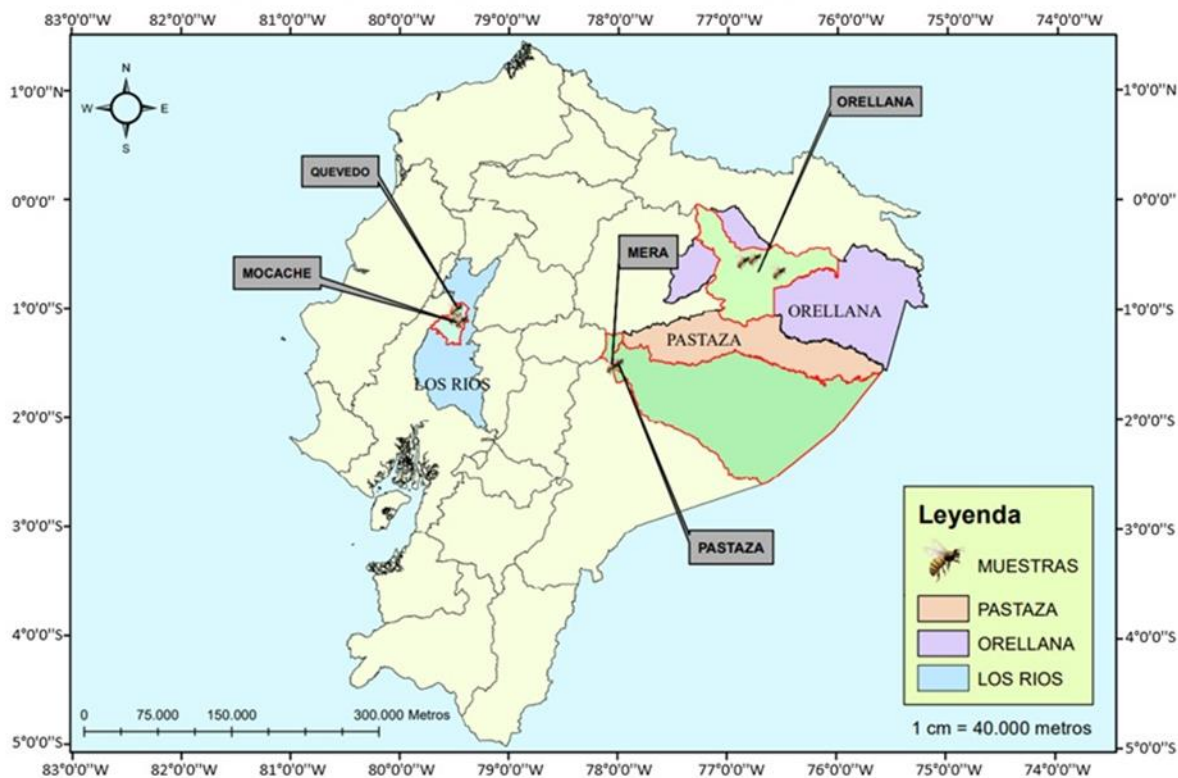
Por las características del tipo de investigación que utilizó la agrupación y el análisis de datos del aporte polínico de las especies vegetales en cada muestra de miel para dar respuesta a los objetivos planteados corresponde a un enfoque cuantitativo (Cuadros Del Carpio, 2022).

Localización

Las áreas de estudio corresponden a nueve apiarios de interés apícola, que se tipifican como muestras, las cuales están localizadas en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos: M1 localizada en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, M2 ubicada en la parroquia 7 de Octubre, M3 situada en la parroquia San Carlos, localidad Santa Rosa, M4 Madre Tierra 1, M5 Madre Tierra

2 y M6 en la Calle 4 del cantón Puyo, provincia de Pastaza. En Orellana apiarios M7, M8 y M9 ubicadas en el cantón Joya de los Sachas (Figura 1).

Figura 1: Mapa de ubicación de las muestras en estudio



Las provincias de Orellana y Pastaza, en la región amazónica de Ecuador, están clasificadas dentro del ecosistema de la selva húmeda tropical, caracterizado por su densa vegetación, alta biodiversidad y clima tropical húmedo. Los Ríos, en la región litoral, pertenece a los bosques húmedos tropicales y subtropicales, destacándose por sus zonas agrícolas y ríos de vital importancia (Ministerio del Ambiente, 2012).

Ubicación geográfica

Se procedió a la georreferenciación de las áreas donde se encuentran situados los colmenares, considerando parámetros como la altitud, la temperatura promedio anual, la cantidad anual de precipitación y la humedad relativa (Tabla 1).

Tabla 1: Ubicación geográfica y condiciones climáticas de los apiarios en estudi

N°Muestra de miel	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Temp. media anual (°C)	Precip. Anual (mm)	Hum. Relativa (%)
M1	1°5'7.92 "S	79°29'25.32"O	90	26	6182	92.12
M2	1°0'26.11 "S	79° 28'55.71"O	89			
M3	1°7'1.91 "S	79° 25'58.79"O	100,2			
M4	1°32'2.87"S	78° 3'8.79"O	951	23	4548	81.10
M5	1°31'55.39"S	78° 3'6.09"O	951			
M6	1°30'19.26"S	78° 0'39.17"O	951			
M7	0°16'1.81"S	76°51'31.71"O	287	28	3650	83
M8	0°20'0.73"S	76°50'35.68"O	274			
M9	0°18'29.44"S	76°51'39.36"O	278			

Fuente: (INAMHI, 2021; Aynaguano, 2022; Cholota, 2022; Yuquilema, 2021).

Generación de una base de datos

Con el propósito de recopilar y estructurar la información, se creó una matriz de datos que consistían en valores medios porcentuales de polen de diversas especies identificadas en cada muestra proveniente de los distintos apiarios ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos (Lupera, 2023). Los datos utilizados se generaron a partir de estudios de caracterización palinológica (Aynaguano, 2022; Cholota, 2022; Yuquilema, 2021). Datos obtenidos con la aplicación de la técnica de acetólisis y las clases de frecuencia propuestos (Erdtman, 1960 y Louveaux, 1978) para clasificar los tipos polínicos (Tabla 2).

Tabla 2: Clases de Frecuencia para la identificación de miel

Clases de frecuencia	Porcentaje (%)
D Polen dominante	> 45
S Polen secundario	16-45
M Polen de menor importancia	3-15
T Polen traza	<3

Fuente: (Louveaux, 1978)

Cálculo del índice de diversidad de Shannon–Weaver (H')

Con el propósito de identificar las tácticas de búsqueda de recursos polínico por parte de las abejas, se empleó el índice de diversidad Shannon–Weaver (H') (1949), basándose en la diversidad del espectro polínico encontrado (Moreno et al., 2011).

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = es el índice de diversidad

ln = es el logaritmo natural

p_i = es la proporción de cada tipo polínico (i)

Tabla 3: Rangos de interpretación del índice de diversidad (H')

Interpretación:

Rangos	Significancia
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad alta

Fuente: (Aguirre, 2013)

Cálculo del índice de Equidad de Pielou (J')

Con el fin de evaluar la homogeneidad en la recolección de recursos, se utilizó el índice de equidad (Pielou, 1977) o uniformidad (J'). Los valores de J' tienden hacia 0 cuando existe una utilización dispar de los recursos, mientras que, si los recursos se explotan de manera uniforme, los valores se acercan a 1. El índice de equidad se calculará empleando la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

J' = es la uniformidad de pecoreo de las abejas

H' = es el índice de diversidad

H' max = es el logaritmo natural del total de número de tipos polínicos en la muestra (Kleinert & Imperatriz, 1987).

Tabla 4: Rangos de interpretación del índice (J')

Interpretación:

Rangos	Significancia
0 – 0,33	Uniformidad baja
0,34 – 0,66	Uniformidad media
0,67 – 1	Uniformidad alta

Fuente: (Aguirre, 2013)

Índice de similitud de Bray-Curtis

El índice de similitud de Bray-Curtis ha sido ampliamente adoptado en análisis de clústeres y estudios ecológicos como una herramienta fundamental para evaluar la semejanza entre dos conjuntos de datos. En el contexto específico del análisis del aporte polínico, esta métrica se ha empleado para contrastar los perfiles de composición polínica de diversas especies de polen presentes en distintas muestras. Este enfoque permite cuantificar de manera efectiva la similitud o disparidad en la presencia y abundancia relativa de especies de polen entre distintos entornos o momentos temporales. La aplicación de este índice facilita la comparación y agrupación de muestras, proporcionando valiosa información sobre la diversidad y distribución de especies de polen en diferentes contextos ambientales o períodos de tiempo (Caranqui et al., 2016).

Resultados y Discusión

Aporte Polínico de especies vegetales

En las nueve mieles evaluadas de las provincias de Los Ríos, Pastaza y Orellana se identificaron 40 tipos polínicos: 22 familias, 36 géneros, 30 especies, y cuatro indeterminados (Anacardiaceae indet., Arecaceae indet., Fabaceae indet., y Poaceae indet.). De acuerdo a la Tabla 5, los rasgos polínicos con mayor frecuencia de aparición para el tipo biológico arbóreo entre 16 a 45 %, que se tipifican como polen secundario para los apiarios M2 corresponde a *Vitex* sp. (25,67 %), *Cecropia* sp. (34 %) y de crecimiento arbustivo a *Mimosa polydactyla* con el 27 % para M7 y 64,33 M9.

Tabla 5: Especies de importancia (> 3%) en 9 mieles de las provincias de Los Ríos, Pastaza y Orellana

Provincias	Los Ríos		Pastaza		Orellana				
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Anacardiaceae									
Anacardiaceae indet.		9,33							
Arecaceae									
<i>Attalea insignis</i> (Mart.) Drude.									4,67
<i>Euterpe precatoria</i> Mart		3,33							
<i>Prestoea acuminata</i> Willd.H.E. Moore		4,33							
Arecaceae indet.	19	6							
Asteraceae									
<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.					9				
	26,6								
<i>Tridax procumbens</i> L.	7	9,33	5,5						
								23,3	
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.							3		9,33
Bignoniaceae									
							3,6		
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jaq.) G. Nicholson							7		
Bixaceae									
<i>Bixa orellana</i> L.									4
Cordiaceae									
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav).						12			
Cucurbitaceae									
<i>Momordica charantia</i> L.						4,33			
Cyperaceae									
<i>Eleocharis</i> sp			3,8						
Phyllanthaceae									
					47,3				
<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.				3	6				
Euphorbiaceae									
						23,6			
<i>Acalypha</i> sp						7			

Fabaceae

<i>Aeschynomene ciliata</i> L.	7	6	9,33						
<i>Senna dariensis</i> (Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby								3,6	
<i>Cassia grandis</i> L.F.	3,2							6,33	64,3
<i>Mimosa polydactyla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.							27	7	3
<i>Macroptilium longepedunculatum</i> (Mart. ex Benth.) Urb.							13		
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.								5,67	
								3,6	
Fabaceae indet.						14	9,33	7	

Lamiaceae

	25,6								
<i>Vitex</i> sp	7								

Lecythidaceae

			11,3						
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	3					6			

Provincias	Los Ríos			Pastaza			Orellana		
Muestras	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9

Lythraceae

<i>Cuphea</i> sp						8			
------------------	--	--	--	--	--	---	--	--	--

Malvaceae

<i>Corchorus hirtus</i> L.	18,67								
<i>Melochia lupulina</i> Sw.						1	9,67		4,33
<i>Gossypium hirsutum</i> L.				4					

Melastomataceae

<i>Clidemia</i> sp			6	5	6				
<i>Tibouchina mollis</i> Aubl.				3			7,33		

Piperaceae

							11,3		
<i>Piper aduncum</i> L.							3		

Poaceae

<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	23,33		
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.		3,67	
<i>Zea mays</i> L.			6,33
Poaceae indet.		9,33	
Rutaceae			
<i>Citrus medica</i> L.	4,67	7,33	
Sapindaceae			
<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp)		13,3	
Radlk.		3	6
			6
Solanaceae			
<i>Nicotiana glauca</i> Graham.	12,33		
<i>Nicotiana tabacum</i> L.		4,58	
Urticaceae			
<i>Cecropia</i> sp		3,67	34

Tabla 5. Continuación

Por su parte como ejemplares de crecimiento herbáceo, se destacan las especies vegetales: *Tridax procumbens* con el 26,67 %, *Corchorus hirtus* con el 18,67 %, *Cynodon dactylon* con 23,33 % para la M1, un ejemplar del género *Acalypha* con el 23,67 % de la M6 y *Parthenium hysterophorus* con un valor de 23,33 % para la M8, por sus valores se categorizan de polen secundario (Tabla 5).

Índices de diversidad

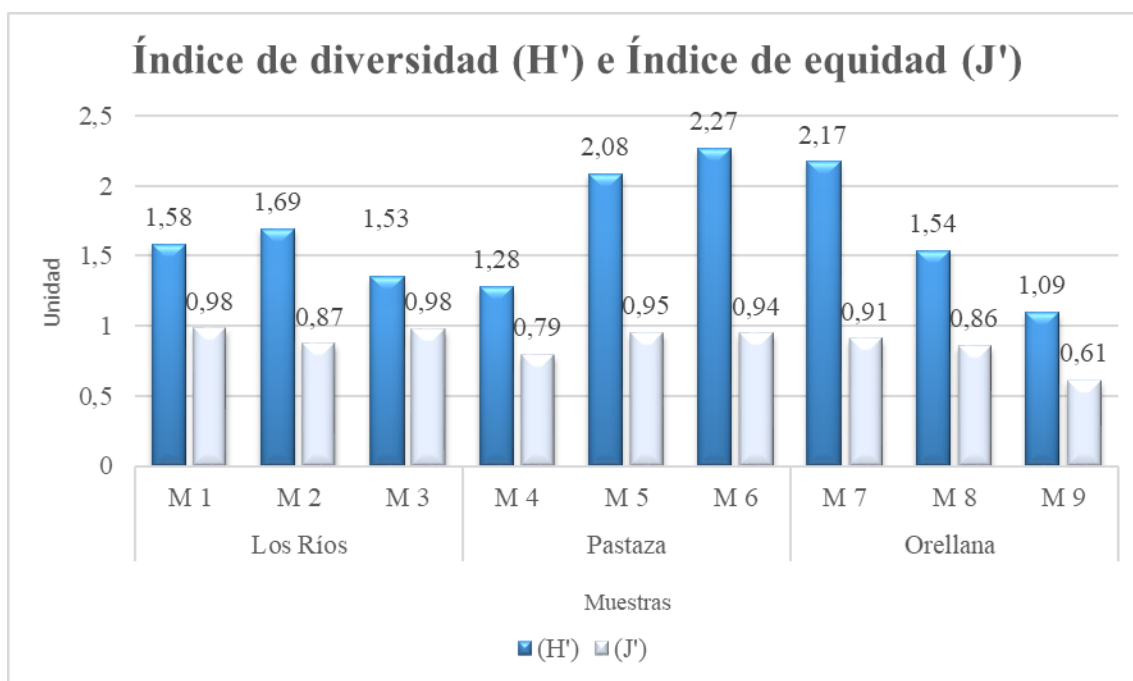
Índice de diversidad Shannon–Weaver (H')

La figura 2 de acuerdo con el número de especies visitadas por *A. mellifera* en los nueve apiarios y la frecuencia de aparición de los tipos polínicos, los mayores valores del índice de diversidad (H') se registraron en la muestras de la provincia de Pastaza M6 (2,27), y provincia de Orellana M7 (2,17), valores que están dentro del rango de (1,36 a 3,5) que corresponden a una diversidad media, es decir que el comportamiento de esta especie de abeja es poliléctico al colectar polen de varias especies vegetales, por el contrario se registra una diversidad baja para la miel de la provincia de Orellana M9 (1,09), valor que se encuentra en el rango de (0 a 1,35), es decir *A. mellifera* presenta un comportamiento oligoléctico, se refiere a abejas que se limitan a la oferta de unas pocas especies vegetales.

Índice de equidad

Los mayores valores de equidad de Pielou (J') se registraron en muestras de la provincia de Los Ríos M1 (0,98) y M3 (0,98), son valores que se aproximan a 1, indicando un pecoreo más homogéneo, ya que las especies son igual de abundantes, mientras que en la muestra M9 (0,61), es un valor medio para el índice de equidad, lo que refleja un aprovechamiento heterogéneo debido a las preferencias florales (Figura 2).

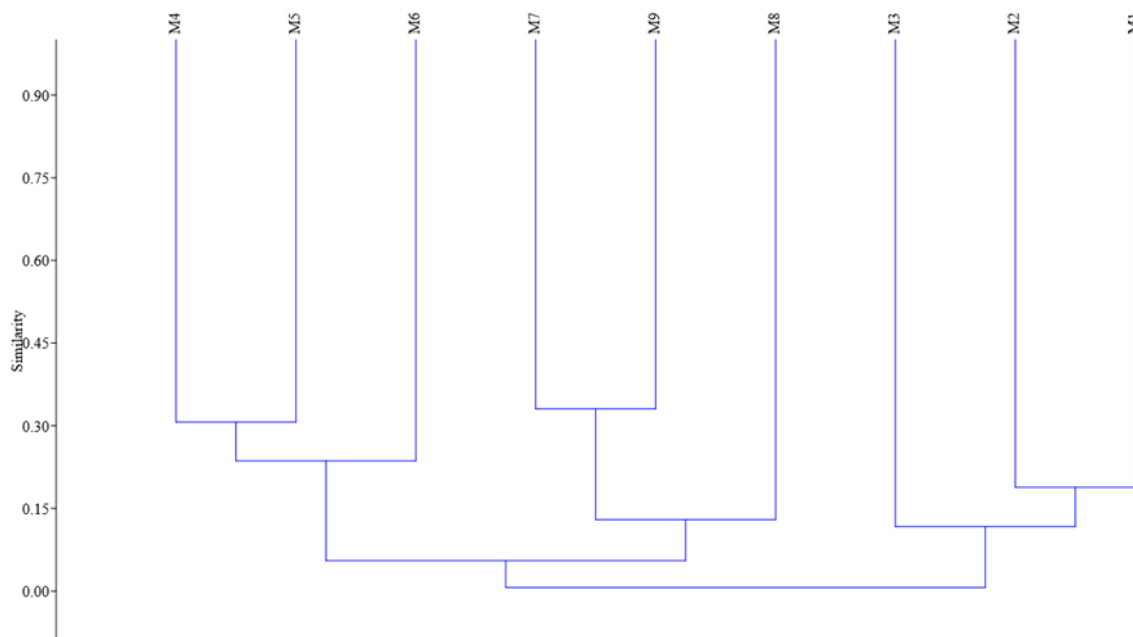
Figura 2: Valores promedio del índice de diversidad (H') e índice de equidad (J') estimados para los apiarios en estudio



Asociaciones polínicas

La similitud más destacada se evidenció en las muestras de miel M4, M5, M7 y M9, exhibiendo un coeficiente de similitud de 0,31 a 0,33 que corresponde a las provincias de Pastaza y Orellana. Asimismo, se pudo identificar una similitud baja entre estas muestras y la muestra M6, caracterizada por un valor de similitud de 0,26. De igual manera, se detectó una similitud entre las muestras de miel M8, M1, M2 y M3, ambas originarias de las provincias de Orellana y Los Ríos, respectivamente, con similitud inferior al coeficiente 0,14 a 0,19 (Figura 3).

Figura 3: Dendrograma de Similitud por el índice de Bray Curtis a las nueve muestras de miel evaluadas



Contraste de hipótesis

Los grupos conformados por el clúster se sometieron a la prueba ANOSIM, la cual arrojó un valor de R Global de 0,8436 con un nivel de significancia p de 0,0043(Tabla6). Por consiguiente, se respalda la hipótesis alternativa, concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas en las muestras de miel en lo que respecta al origen vegetal del aporte polínico (Clarke, 1993).

Tabla 6: Prueba Anosim aplicada a tres grupos miel por provincia evaluadas

Parámetro	Valor
Permutation N:	9999
Mean rank within:	5
Mean rank between:	17,67
R:	0,9048
p (same):	0,0034

Discusión

En las nueve mieles categorizadas de las provincias de Los Ríos, Pastaza y Orellana se identificaron 40 tipos polínicos: 30 especies, 35 géneros, 20 familias y cinco indeterminados. La evaluación de los parámetros ecológicos a partir de las frecuencias de los granos de polen presentes en la miel de *A. mellifera* mostró un comportamiento poliléctico, ya que durante los meses de muestreo se contabilizó el consumo del polen de 30 especies melíferas, datos que constituyen el 25% con el estudio realizado por Castellanos et al., (2012) donde se obtuvo un espectro polínico de (n=128) especies visitadas por *A. mellifera*, haciendo énfasis a las abejas que no están especializadas en referencia a la colección de polen y usan el de muchas plantas de diversos grupos taxonómicos.

Estos patrones enfatizan la inclinación hacia la polilectía por parte de las abejas, lo cual implica que no están especializadas en la recolección de polen de una única fuente vegetal. En cambio, demuestran una adaptabilidad excepcional al coleccionar polen de una variedad de plantas pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos. Este comportamiento poliléctico puede ser una estrategia beneficiosa para enfrentar cambios en la disponibilidad de recursos en su entorno, permitiéndoles aprovechar una amplia gama de fuentes de alimento para mantener su salud y colmena en equilibrio.

Los resultados presentan un patrón consistente donde el aporte de polen de especies de las familias Fabaceae con el 27% M7 y 64,33 % M9 corresponde a *Mimosa polydactyla* de hábito arbustivo, por su parte Asteraceae con 26,67% de *Tridax procumbens* para M1, y 23,33% perteneciente a *Parthenium hysterophorus* M8. Esta similitud con el estudio de Gualpa et al., (2021) es evidente específicamente en lo que respecta a la familia Fabaceae. En este estudio anterior, se estableció que las familias Fabaceae, Myrtaceae y Rosaceae eran las que presentaban mayores porcentajes de aparición. Además, estas familias han sido identificadas como proveedoras esenciales de polen en la literatura. En el contexto de nuestra investigación, es notable que *Mimosa polydactyla*, clasificada en la familia Fabaceae, se destacó como la especie arbustiva con el contenido más alto de polen, alcanzando un significativo 64,33%. Este hallazgo encuentra respaldo en el estudio de Castellanos et al., (2012), donde se señala que el género *Mimosa*, en este caso, personificado por *Mimosa albida*, desempeña un papel importante como proveedor de polen en el ecosistema. La convergencia de nuestros resultados con investigaciones previas subraya la influencia significativa de las especies del género *Mimosa* en la dispersión de polen en este entorno particular.

En consecuencia, los resultados de esta investigación refuerzan el papel crucial de las leguminosas en la oferta de recursos polínicos. Las familias Asteraceae y Fabaceae, que se destacan en esta investigación, son ejemplos claros de la relevancia de su contribución en la red de recursos polínicos. No se puede subestimar el hecho de que estas especies leguminosas sean comunes en las zonas de estudio. Esta familiaridad con el entorno es un factor adicional que fortalece su influencia en la provisión de recursos polínicos para las abejas. En conjunto, estos hallazgos respaldan la importancia tanto ecológica como práctica de estas familias de plantas en el ciclo de vida de las abejas y en la ecología de las regiones en cuestión.

En términos generales, se determinó que *Apis mellifera* presentó valores de diversidad (H') que respaldan su tendencia hacia hábitos generalistas. Este hallazgo es coherente con lo reportado por Castellanos et al., (2012) y se asemeja con lo que se ha documentado en la literatura científica. La variación en la vegetación disponible en una determinada área tiene una influencia directa en los patrones de forrajeo de las abejas. Dependiendo de la diversidad y abundancia de las fuentes de alimento, la abeja puede ajustar su comportamiento de búsqueda de recursos. En este contexto, la presencia de valores de diversidad significativos de consumo por parte de *Apis mellifera* indica su capacidad para adaptarse a una variedad de fuentes de polen en función de las condiciones del entorno.

En el análisis de las muestras de miel en esta investigación, se destacó una marcada similitud en términos de su origen botánico. Esta similitud también tomó en consideración la influencia de factores como la temperatura y la altitud. Son parámetros que influyen en la disponibilidad de especies vegetales con potencial melífero nativo o exótico que integran los diferentes sistemas de uso del suelo de los apiarios y adyacentes a los mismos y que se encuentran en las diferentes localidades pertenecientes a dos regiones de Ecuador (Guallpa et al., 2021). Estos resultados aportan a la comprensión general de cómo los factores de sitio (clima) pueden influir en la similitud de las muestras de miel debido a existencia de elementos florísticos similares integrando los diferentes sistemas de uso de suelo en las áreas donde se encuentran los emprendimientos apícolas de las mieles evaluadas (Guallpa et al., 2019).

Conclusiones

La categorización de las nueve mieles evaluadas pertenecientes de las provincias de Los Ríos, Pastaza y Orellana se identificaron 40 tipos polínicos: 30 especies, 36 géneros, 22 familias y cuatro

tipos polínicos indeterminados. Donde *Apis mellifera* exhibió una marcada inclinación de consumo hacia las especies melíferas, en particular *Mimosa polydactyla* Humb (27% y 64,33%) para M7 y M9 de crecimiento arbustivo, en el caso *Hieronyma asperifolia* Huber (47,33%) M4, el aporte de *Cecropia* sp. (34%) M8 y *Vitex* sp. (25,67%) para la M2 de estrato arbóreo, se destacan como sus preferencias principales.

A las mieles valoradas procedentes de las provincias de Pastaza y Los Ríos se observó un nivel de diversidad alfa (H') medio respecto a la flora melífera, y una equitatividad (J') de pecoreo uniforme, dichos valores son indicadores técnicos que respaldan el comportamiento poliléctico de *Apis mellifera*, por otro lado, para las mieles de la provincia de Orellana, se constató una diversidad más restringida, de diversidad media a M7, M8 y de baja a la M9, la equitatividad del pecoreo es alta, a excepción de M9 que es media, por lo que se descarta un comportamiento monoléctico de *Apis mellifera*.

A partir de los datos presentados, se determinó una moderada similitud en las muestras de miel M4, M5, M7 y M9, con un coeficiente de similitud de 0,31 a 0,33, provenientes de las provincias de Pastaza y Orellana. En contraste, se evidenció una similitud menor con la muestra M6 con un valor de similitud de 0,22, y en relación a las muestras M8, M3, M2 y M1, con un valor inferior entre 0,14 a 0,19.

Referencias

1. Aguirre, Z. (2013). Guía de métodos para medir la Biodiversidad. Loja: Universidad Nacional
2. de Loja.
3. Ayala, P., y Vásquez, J. (2020). Análisis de los costos de producción de miel de abeja en Ecuador como insumo en la generación de políticas públicas que estimulen su producción: caso Pichincha. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, 7, 1326-1340. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/2335/1708>
4. Aynaguano, D. (2022). Caracterización del Aporte Polínico de Especies Arbóreas y Arbustivas en tres muestras de miel procedentes de tres apiarios, ubicados en el cantón Orellana. [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/18197>

5. Caranqui, J., Lozano, P., Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en
6. la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 1, 33-45.
7. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572261583004/html/>
8. Clarke, KR. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecolog.* 18:117-143.
9. Cuadros Del Carpio J. (2022). Metodología de la investigación y desarrollo de tesis. Indecopi.
10. Castellanos, P. et al. (2012). Análisis del contenido polínico de mieles producidas por (*Apis mellifera*) L. (Hymenoptera: apidae) En El Estado de Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28 (1), 13-36. <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v28n1/v28n1a2.pdf>
11. Ciappini, M., y Vitelleschi, M. (2013). Características palinológicas de mieles de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y tréboles (*Trifolium* sp.) provenientes de la Provincia Fitogeográfica Pampeana Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(1), 247-258. <http://www.scielo.org.ar/pdf/recyt/n19/n19a09.pdf>
12. Chamorro, F., León., & Nates, G. (2013). El polen apícola como producto forestal no maderable en la Cordillera Oriental de Colombia. *Colombia forestal*, 16(1), 53-66. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v16n1/v16n1a04.pdf>
13. Cholota, M. (2022). Caracterización del Aporte Polínico de Especies Arbóreas y Arbustivas en tres muestras de miel procedentes de tres apiarios, ubicados en el cantón Puyo. [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/17906/1/33T00385.pdf>
14. Erdtman, G. (1960). The acetolysis method: revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*.54:
15. 561-564.
16. Gutiérrez, L. et al. (2017). Caracterización palinológica de mieles del Valle de Mexicali,
17. Baja California. Instituto Politécnico Nacional. Baja California, México.
18. *Polibotánica*,43, 1-29. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.43.12>

19. Gualpa, M., Guilcapi, E., y Espinoza, A. (2019). Flora apícola de la zona estepa espinosa Montano Bajo, en la Estación Experimental Tunshi, Riobamba, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 5 (2), 71-93. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6989257>
20. Gualpa, M., Cifuentes, J., Lindao, V., y Espinoza, A. (2021). Caracterización del aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas en tres muestras de miel procedentes de apiarios, ubicados en el cantón Riobamba. *Polo del Conocimiento*, 8 (1), 806-835. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3303/html>
21. Lindao, V., Peñaloza, A., Gualpa, M., y Espinoza, A. (2021). Caracterización del aporte polínico de especies arbóreas y arbustivas en tres muestras de miel procedentes de apiarios, ubicados en el cantón La Concordia. *Polo del Conocimiento*, 6 (7), 508-535. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2867>
22. Louveaux, J., Maurizio A., et G. Vorwohl. (1978). *Methods of Melissopalynology*. Bee World. 4:
23. 139- 157.
24. Lupera, C. (2023). Análisis del aporte polínico de especies forestales en muestras de miel procedentes de apiarios, ubicados en las provincias de Pastaza, Orellana y los Ríos. [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/21226>
25. Meza, D. (2022). Determinación de la flora melífera del Valle del Mantaro (Junín-Perú) en base a estudios melisopalinológicos. [Tesis pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]
26. Repositorio institucional de la Universidad Peruana Cayetano Heredia https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/11614/Determinacion_MezaHuam%c3%a1n%2c%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
27. Ministerio del Ambiente. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.
28. Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa:
29. alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas.
30. *revista mexicana de biodiversidad*, 82, 249-1261.
31. Sánchez, E. (2020). Modelo de producción asociativa para la asociación apívada del cantón

32. Chone. [Trabajo de titulación] (Maestría), Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
33. Manabí]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1238>
34. Yuquilema, I. (2021). Caracterización del Aporte Polínico de Especies Frutícolas y Arbustivas en tres muestras de miel procedentes de tres apiarios, ubicados en el cantón Quevedo.
35. [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16547/1/13T00979.pdf>

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).